

Avaliação preliminar e seleção de linhagens de guandu granífero e forrageiro no Semiárido brasileiro



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Semiárido
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
144**

**Avaliação preliminar e seleção de linhagens de
guandu granífero e forrageiro no Semiárido
brasileiro**

Carlos Antonio Fernandes Santos

***Embrapa Semiárido
Petrolina, PE
2021***

Esta publicação está disponibilizada no endereço:
<http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>
Exemplares da mesma podem ser adquiridos na:

Embrapa Semiárido
BR 428, km 152, Zona Rural
Caixa Postal 23
CEP 56302-970, Petrolina, PE
Fone: (87) 3866-3600
Fax: (87) 3866-3815

Comitê Local de Publicações

Presidente
Flávio de França Souza

Secretária-Executiva
Juliana Martins Ribeiro

Membros
*Clarice Monteiro Rocha, Daniel Nogueira
Maia, Geraldo Milanez de Resende, Gislene
Feitosa Brito Gama, José Maria Pinto, Magnus
Dall'Igna Deon, Paula Tereza de Souza e Silva,
Pedro Martins Ribeiro Júnior, Rafaela Priscila
Antônio, Rita Mércia Estigarribia Borges, Sidinei
Anunciação Silva.*

Supervisão editorial
Sidinei Anunciação Silva

Revisão de texto
Sidinei Anunciação Silva

Normalização bibliográfica
Sidinei Anunciação Silva (CRB-4/1721)

Tratamento das ilustrações
Sidinei Anunciação Silva

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Sidinei Anunciação Silva

Foto da capa
Carlos Antonio da Silva

1ª edição: 2021

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Semiárido

Santos, Carlos Antonio Fernandes.

Avaliação preliminar e seleção de linhagens de guandu granífero e forrageiro
no Semiárido brasileiro / Carlos Antonio Fernandes Santos. -- Petrolina : Embrapa
Semiárido, 2021.

18 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Semiárido, ISSN
1808-9968; 144).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

1. Melhoramento genético vegetal. 2. Cruzamento vegetal. 3. Leguminosa com
grão. 4. Leguminosa forrageira. 5. *Cajanus cajan*. I. Santos, Carlos Antonio Fernan-
des. II. Título. III. Série.

CDD 631.5

Sidinei Anunciação Silva (CRB-4/1721)

© Embrapa, 2021

Sumário

Resumo5

Abstract6

Introdução.....7

Material e Métodos8

Resultados e Discussão10

Conclusões.....16

Agradecimentos.....17

Referências17

Avaliação preliminar e seleção de linhagens de guandu granífero e forrageiro no Semiárido brasileiro

Carlos Antonio Fernandes Santos¹

Resumo — O objetivo deste estudo foi avaliar e selecionar linhagens de guandu granífero (GG) e forrageiro (GF) para ensaios de competição em vários ambientes. Linhagens de GG e GF foram avaliadas em blocos ao acaso, com duas repetições, em parcela de fila única. Para a seleção de linhagens de GG foram mensurados seis caracteres relacionados aos grãos, precocidade e porte da planta, enquanto para GF foi estimado área de massa verde (AMV), como resultado da altura x largura da planta. As médias das variáveis métricas das linhagens foram obtidas e ordenadas em planilha Excel. A aplicação da intensidade de seleção de 11% a 18% possibilitou ganho genético superior às médias das linhagens avaliadas, bem como em relação à média do germoplasma tradicional de guandu. Vinte e uma linhagens de GG selecionadas apresentam como diferenciais, em relação ao germoplasma cultivado no Nordeste brasileiro, a precocidade, o menor porte da planta, a maior produção de grãos e o maior peso de 100 grãos. Dezenove linhagens de GF selecionadas apresentam como diferencial maior AMV em relação ao guandu cultivar Taipeiro. As linhagens de GG e GF selecionadas são promissoras para avaliações em vários ambientes, para seleção e recomendação de novas cultivares de guandu.

Termos para indexação: *Cajanus cajan*, ganho de seleção, melhoramento genético, área de massa verde.

¹Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

Preliminary evaluation and selection of pigeonpea and forage pigeon pea lines for grain and forage purposes in the Brazilian Semiarid Region

Abstract — The aim of the present study was to evaluate and select pigeonpea lines for grains (PG) and forage (PF) proposals to be evaluate in multi-location trials. PG and PF lines were evaluated in a randomized blocks, with two replications, in a single row experimental unit. To select lines in the PG, six traits related to grains, precocity and plant size were evaluated, while for PF was estimated the area of green mass (AMV), as a result of the height x width of the plant. Averages of the metric variables of the lines were obtained and ordered in an Excel spreadsheet. The application from 11% to 18% selection intensity allowed genetic gain superior to the means of the evaluated lines, as well as in relation to the means of traditional pigeonpea germplasm. Twenty-one PG lines showed differentials, in relation to the germplasm grown in northeastern Brazil, the smallest days for harvesting, the smallest plant size, the largest grain production and the greatest 100 grains weight. Nineteen selected PF lines showed a higher AMV differential compared to 'Taipeiro' pigeonpea. The selected PG and PF lines are promising for evaluations in various environments, with an ultimate goal to select and release new pigeonpea cultivars. months/generation and up to nine months/generation for PG and PF, respectively.

Index terms: *Cajanus cajan*, selection gain, plant breeding, area of green mass.

Introdução

O guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh), como outras pulses das famílias Fabaceae ou Leguminosae, é uma importante fonte de proteína para vegetarianos, bem como para pessoas de baixa renda, que não têm acesso a proteínas de origem animal. Evidências arqueológicas indicam que o guandu é nativo do sul da Ásia, mais precisamente das regiões de Orissa, Northern Andhra, Chhattisgarh, na Índia (Fuller; Harvey, 2006). Do sul da Ásia, o guandu foi disseminado para o restante do continente e introduzido na África, de onde foi levado para o continente americano durante o tráfico de escravos (Godoy et al., 2013).

É uma leguminosa pouco cultivada no Nordeste brasileiro, com importância localizada em áreas de transição do Semiárido para o Agreste e/ou em áreas de altitude elevada (Santos et al., 1994), como Anagé e Jacobina, na Bahia, Crato e Juazeiro do Norte, no Ceará e Triunfo, em Pernambuco. A Índia responde por quase 72% da produção mundial, seguindo por Mianmar (11,7%) e Malawi (6,9%), sendo essa leguminosa cultivada mundialmente em 7,0 milhões de ha (Faostat, 2020).

O guandu é uma cultura resiliente às limitações ambientais e mudanças climáticas, cultivado principalmente em regiões semiáridas (Varshney et al., 2017) sendo, no Brasil, usado para a produção de forragens e produção de grãos (Santos et al., 2000). Adicionalmente, é uma espécie que tem a habilidade de retirar fósforo ligado ao ferro em solos do Semiárido pobres nesse elemento, nos quais espécies como sorgo (*Sorghum bicolor*) e milheto (*Cenchrus americanus*) não sobrevivem (AE et al., 1990).

As cultivares recomendadas ou registradas no Brasil são resultantes da seleção de linhagens dentro de populações (Godoy et al., 2013) ou introduções de germoplasma de outros países (Santos et al., 1999). Os programas de melhoramento, envolvendo hibridações manuais e seleção de linhagens, são inexistentes (Godoy et al., 2013). Nas áreas de plantio de guandu do Nordeste brasileiro predomina o uso de material genético do período colonial, com eventuais seleções praticadas pelos próprios produtores, para porte semiarbóreo e grãos e vagens maiores (Santos et al., 2000).

De acordo com Santos et al. (2005), as pesquisas sistemáticas com guandu na Embrapa Semiárido tiveram início há quase 30 anos, com: 1) Introdução, coleta e avaliação de genótipos de guandu de diferentes ciclos

e portes, considerando-se quase 250 acessos, de diferentes procedências, que resultaram no registro da cultivar de guandu forrageiro Taipeiro e na recomendação do guandu granífero Petrolina, e 2) realização de cruzamentos manuais em esquemas dialélicos para guandu forrageiro, com nove combinações populacionais, e guandu granífero, com 28 populações. Alguns avanços de gerações dessas populações foram realizados até a geração F_3 , permanecendo as sementes armazenadas em câmara fria por quase 20 anos, com a paralisação das atividades de pesquisa com essa leguminosa.

Não existe protocolo para a avaliação preliminar de linhagens de guandu visando avaliações em ensaios multilocais para a seleção de linhagens. Para feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), Freire Filho e Ribeiro (1993) e Santos et al. (2007) sugerem a seleção de linhagens a partir da geração F_6 , considerando-se três etapas: a) avaliação preliminar (1 ano); b) ensaio preliminar (1 ano); c) ensaio avançado em, pelo menos, três ambientes (2 anos). Para Geraldi (2006), normalmente são realizadas três a quatro 'colheitas' em soja, após o cruzamento, para que as plantas atinjam homozigose em muitos *loci*.

O objetivo deste estudo foi avaliar e selecionar linhagens de guandu granífero e forrageiro, desenvolvidas na Embrapa Semiárido, para comporem ensaios de competição em vários ambientes e posterior recomendação de novas cultivares dessa leguminosa para o Semiárido brasileiro.

Material e Métodos

Linhagens foram desenvolvidas conforme procedimentos apresentados por Santos (2020), descritos sucintamente: 1) os cruzamentos foram realizados na Embrapa Semiárido, durante o ano de 1995, sendo as sementes armazenadas em câmara fria, por quase 20 anos; 2) o avanço de gerações foi realizado pelo método populacional em *bulk*, protegendo-se a planta no período do florescimento com saco de tecido não tecido (TNT) branco, para forçar a autofecundação; 3) seleções para diferentes caracteres foram realizadas nas gerações F_4 , F_5 e F_6 ; 4) Nessas mesmas gerações foram abertas linhagens de guandu forrageiro e granífero, com a seleção de plantas individuais autofecundadas e plantio de maior número de sementes. No total, foram selecionadas para a realização deste estudo de competição 190 e 108 linhagens de guandu granífero (GG) e guandu forrageiro (GF), respectivamente.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com duas repetições. Cada parcela experimental foi composta de fileira única de plan-

tas, com comprimento de 2,5 m e total com 10 plantas.parcela⁻¹, tanto para o GG, como para o GF. O espaçamento adotado para GG foi de 1,2 m x 0,5 m e de 3,0 m x 0,5 m para o GF, com duas plantas.cova⁻¹, para os dois tipos. A irrigação adotada foi por gotejamento. Adubações de qualquer tipo não foram realizadas, sendo as pulverizações eventuais efetuadas para o controle inicial de insetos sugadores. Colheita e beneficiamento individual de vagens de cada linhagem foram efetuados para toda a parcela e, separadamente, para a parte da planta protegida com saco TNT. Os experimentos foram conduzidos nos campos experimentais da Caatinga e de Bebedouro, pertencentes à Embrapa Semiárido para GG e GF, respectivamente.

Para o GG foram adotados como critério de seleção os caracteres de dias para maturação (DPM), altura da planta (ALP), produtividade de grãos (PGR), comprimento da vagem (COV), peso de 100 sementes (PCG) e cor dos grãos (COR). Para o GG foi considerada a seguinte ordem de importância hierárquica dos caracteres para a seleção de linhagens: PGR > DPM > COV e PCG e ALP > COR. Para o GF, o critério de seleção adotado considerou exclusivamente a estimativa da área de massa verde (AMV), na colheita, considerando: AMV, m² = altura da planta, em m, x largura da planta no meio da planta, em m.

As médias das variáveis métricas, DPM, ALP, PGR, COV e PCG para GG e AMV para GF, foram obtidas e ordenadas do maior para o menor valor em planilha Excel. Para COR foi dada preferência para a seleção de linhagens com grãos de cor clara, enquanto para POR, o maior valor de seleção foi para plantas em formato de taça compacta. Coeficiente de correlação simples foi estimado para a altura e largura de plantas do GF usando-se função da planilha Excel.

Estimativa do ganho de seleção (GS) entre as linhagens selecionadas e o total de linhagens avaliadas para os caracteres AMV, ALP, DPM e PGR foi obtida com a equação GS = (média da seleção – média geral)*h². A herdabilidade, no sentido amplo (h²), para os caracteres AMV, ALP, DPM e PGR foi obtida pelas esperanças dos quadrados médios da análise de variância:

$$\text{Variância genotípica: } \hat{\sigma}_G^2 = (QMT - QME)/r;$$

$$\text{Variância fenotípica: } \hat{\sigma}_F^2 = (QMT)/r;$$

$$\text{Herdabilidade no sentido amplo: } h^2 = \hat{\sigma}_G^2 / \hat{\sigma}_F^2.$$

Resultados e Discussão

Os coeficientes de variação (CV) foram de 54,8%, 21,0%, 3,6% e 58,0% para AMV, ALP, DPM e PGR, respectivamente, indicando dificuldades nos controles locais dos experimentos para AMV e PGR. O elevado número de linhagens avaliadas contribuiu também para o elevado CV para os caracteres AMV e PGR, que devem ser controlados por maior número de genes do que os caracteres ALP e DPM. Bertolucci (1990) mostrou que a precisão experimental sempre foi menor nas parcelas de menor dimensão, especialmente naquelas com uma única linha de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*).

A estratégia de linha única foi adotada neste estudo com guandu, com o delineamento de blocos casualizados, apesar do grande número de linhagens avaliadas (Figura 1), devido à maior facilidade no planejamento, execução e análise dos dados experimentais. Para Marques Júnior et al. (1999), uma alternativa na seleção de linhagens ou de famílias é a condução dos experimentos no delineamento de látice, que permite contornar problemas de heterogeneidade da área experimental. Para Souza et al. (2000), o emprego do delineamento em blocos aumentados é viável para a seleção de famílias nas etapas iniciais dos programas de melhoramento genético, apesar do uso de testemunha intercalar não proporcionar melhoria na precisão experimental.

Foram selecionadas linhagens, ou seja, 11% do total avaliado para seis variáveis, com o maior número de linhagens tendo como um dos parentais os acessos ICPL 89027 (9) e ICPL 90053 (8) e o maior número de linhagens foi selecionado do cruzamento ICLP 90053 x Anagé (5) (Tabela 1). Santos (2020) conduziram avanços de gerações e seleções em 25 cruzamentos diversos sendo, de nove cruzamentos, selecionadas as 190 linhagens para as avaliações neste ensaio preliminar.

Três linhagens foram derivadas do cruzamento de acessos oriundos da Índia, ICPL 90045 x ICLP 89027 e os demais foram oriundas de cruzamentos envolvendo um acesso de origem indiana (ICPL) com acessos mutantes (D2 Type e D3 Type) ou acesso procedente da América Central (UW 10) ou acesso de origem da cidade de Anagé, BA (Anagé), exceto o cruzamento UW 10 x D3 Type (Tabela 1). As principais características dos três parentais

de origem indiana são maturação dos grãos inferior a 100 dias, peso de 100 grãos inferior a 8,7 g e porte da planta variando de 49 cm a 96 cm (Santos et al., 2005). O parental UW 10 é de pequeno porte, ciclo em torno de 100 dias e peso de 100 grãos de 10,9 g, enquanto os demais parentais apresentam maior porte, maior peso de 100 grãos (>14 g) e maior número de dias para a maturação (Santos et al., 2005).



Figura 1. Detalhes dos experimentos de avaliação preliminar de guandu granífero (A e B) e do experimento de guandu forrageiro (C e D).

As linhagens selecionadas apresentaram dias para maturação variando de 94 a 107, com ganho genético negativo de 0,96 dias (Tabela 1). Como discutido por Santos et al. (2020), no processo de desenvolvimento e seleção dessas linhagens, forte pressão de seleção foi praticada para precocidade, reduzindo as diferenças entre elas em função dos parentais de maturação tardia.

Considerando-se a maturação média de 180 dias de 15 acessos de guandu coletados no Nordeste brasileiro, avaliados por Santos et al. (1999) em Petrolina, PE, e arbitrando a mesma herdabilidade ampla deste estudo (0,96), o ganho genético em relação ao germoplasma regional é de -78 dias, indicando o sucesso do desenvolvimento dessas linhagens quanto à preco-

cidade. Santos e Ribeiro (2009) reportaram linhagens de feijão-caupi com 58 dias para a maturação, tornando o guandu precoce, 100 dias para colheita, uma opção tardia para colheita de grãos, permitindo aos produtores escalonarem e alongarem a sua produção, tendo uma leguminosa com teor similar de proteínas à sua disposição.

Tabela 1. Identificação, herdabilidade ampla (h^2), parentais, dias para maturação (DPM, dias), produtividade de grãos (PGR, Kg.ha⁻¹), comprimento da vagem (COV, cm), peso de 100 grãos (PCG, g) de linhagens F5 selecionadas em cruzamentos de guandu granífero. Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, 2020.

Identificação	Parentais	DPM	ALP	PGR	COV	PCG	Cor
Bulk 9 1S (183)	ICPL 90053 x ANAGE	103	44,0	428,9	5,9	8,0	Branca
GG22-6S (162)	ICPL 89027 x D3 Type	106	123,7	733,3	5,5	10,3	Marrom
Bulk 10 3S (190)	UW10 x D3 Type	105	113,7	657,5	5,7	8,9	Marrom
GG19 1S (130)	ICPL 89027 x UW 10	97	65,0	723,3	6,3	9,2	Marrom
GG15 D5 D1 (110)	ICPL 90045 x UW 10	107	102,0	1099,8	5,5	9,5	Branca
Bulk 94S (8)	ICPL 90053 x ANAGE	101	81,7	314,9	5,8	10,2	Branca
GG15 D7 D1 (106)	ICPL 90045 x UW 10	99	92,3	777,6	5,8	9,1	Branca
Bulk 9 4S (186)	ICPL 90053 x ANAGE	98	113,0	495,7	5,1	8,9	Branca
GG14 2S (100)	ICPL 90045 x ICPL 89027	96	87,7	910,3	6,5	10,8	Branca
Bulk 9 2S (179)	ICPL 90053 x ANAGE	96	68,7	711,6	5,4	11,6	Marrom
G14 D3 D1 (96)	ICPL 90045 x ICPL 89027	107	102,3	999,9	5,7	10,6	Marrom
GG12 D0 D1 (87)	ICPL 90053 x D2 Type	107	82,0	811,3	4,9	10,0	Marrom
GG19 D11D1 (126)	ICPL 89027 x UW 10	100	45,7	647,8	5,4	8,3	Branca
GG19 D3 D1 (129)	ICPL 89027 x UW 10	104	70,0	821,6	5,7	7,2	Branca
GG22 3S (159)	ICPL 89027 x D3 Type	104	56,7	669,9	5,3	13,5	Marrom
GG13 D2 D1 (90)	ICPL 90053 x D3 Type	100	43,7	370,5	4,9	13,0	Marrom
Bulk 9 5S (182)	ICPL 90053 x ANAGE	104	81,7	392,2	5,4	10,3	Branca
Bulk 9 2S (184)	ICPL 90053 x ANAGE	97	72,0	551,3	6,5	11,4	Branca
GG22 2S (158)	ICPL 89027 x D3 Type	94	81,0	564,9	5,1	10,3	Marrom
GG14 4S (102)	ICPL 90045 x ICPL 89027	99	74,0	473,3	5,1	13,0	Marrom
GG07 7S (45)	ICPL 89020 x D3 Type	107	104,3	1273,9	3,9	10,5	Marrom
Média seleção	---	101	81,2	687,1	5,5	10,2	---
Média geral	---	102	82,2	464,0	5,0	10,0	---
h^2		0,96	0,54	0,3	---	---	---

A altura da planta variou de 44 cm a 123,7 cm nas linhagens selecionadas, indicando ganho genético negativo de 0,54 cm em relação à média geral (Tabela 1). Também foi aplicada forte pressão de seleção para menor porte da planta no processo de desenvolvimento das linhagens deste estudo (Santos, 2020). Considerando-se a altura média de 127 cm de 15 acessos de guandu coletados no Nordeste brasileiro e avaliados sem irrigação por Santos et al. (1999) em Petrolina, PE, e arbitrando a mesma herdabilidade ampla deste trabalho (0,54), o ganho genético em relação ao germoplasma regional é de -24,7 cm, indicando o sucesso do desenvolvimento dessas linhagens para plantas de menor porte, que pode facilitar a colheita de vagens.

A produção de grãos variou de 314,9 kg.ha⁻¹ a 1.273,9 kg.ha⁻¹, com ganho genético de 66,9 kg.ha⁻¹ em relação à média geral (Tabela 1). A média da produção de grãos das linhagens selecionadas é superior ao reportado por Santos et al. (1999) para o acesso Vald1, procedente de Juazeiro, BA, que apresentou média de 257 kg.ha⁻¹ em 3 anos de avaliações em sequeiro. Santos et al. (1999) reportaram produtividade média de 800 kg.ha⁻¹ em 18 acessos de guandu precoce avaliados sem irrigação em Petrolina, PE, sendo essa média superior à média de 687,1 Kg.ha⁻¹, observada neste estudo. Entretanto, a maior produção de grãos da linhagem GG07 7S (45), 1.273,9 kg.ha⁻¹ (Tabela 1), é próxima da produção do ICLP 87114, 1.336 kg/ha, reportada por Santos et al. (1999). Deve ser destacado que Santos et al. (1999) ajustaram a produção de grãos por covariância com o estande ideal planejado no experimento, enquanto neste estudo, esse procedimento estatístico não foi adotado por ser uma avaliação preliminar de linhagens.

O comprimento de vagem variou de 3,9 cm a 6,5 cm, sendo a média das linhagens selecionadas (5,5 cm) superior à média geral do total de linhagens (5,0 cm) (Tabela 1). A média do comprimento de vagens de dez acessos de guandu precoce da série ICPL foi de 5,3 cm, com amplitude de 4,9 cm a 5,7 cm, indicando que o comprimento de vagem das linhagens estudadas foi, ligeiramente, superior (Santos et al., 1999). Santos et al. (1999) reportaram comprimento de vagem de germoplasma brasileiro superior a 6,5 cm, indicando que algumas dessas linhagens podem atender a essa preferência por vagens compridas.

O peso de 100 grãos variou de 7,2 g a 13,0 g, sendo a média de 10,2 g ligeiramente superior à média de 10,0 g do total de linhagens avaliadas (Tabela 1). A média do peso de 100 grãos de acessos de guandu precoce da série ICPL foi de 8,5 g, enquanto a média de acessos brasileiros foi de

9,3 cm (Santos et al., 1999), médias essas inferiores à média das linhagens selecionadas neste estudo. A cor dos grãos das linhagens foi marrom (10) e creme (11) (Tabela 1), sendo possível inferir, com base nos dados publicados por Santos et al. (1999), que a preferência dos consumidores brasileiros é por grãos de cor branca.

Foram selecionadas 19 linhagens F5 ou F6, ou seja, 17,6% do total avaliadas para massa foliar, com o maior número de linhagens tendo como um dos parentais os acessos D1 Type (11) e Vald2 (10) (Tabela 2). O maior número de linhagens (8) foi selecionado no cruzamento Vald2 x D1 Tpe (Tabela 2). O acesso Vald2 foi coletado no distrito de Massaroça, Juazeiro, BA, enquanto o D1 Type é uma introdução da Índia, que foi recomendado como guandu forrageiro, com o nome Taipeiro (Santos et al., 2005).

A altura das plantas variou de 2,5 m a 4,0 m, enquanto a largura variou de 1,9 m a 3,7 m (Tabela 2). A correlação entre altura x largura foi de -0,39, indicando que plantas altas apresentam menor largura e vice-versa. A altura média das linhagens do GF analisadas neste trabalho é bastante superior às médias reportada por Carellos (2013), que variou de 0,87 m, na 'IAPAR 43', a 1,82 m, na 'BRS Mandarin', avaliadas nas condições de São João Evangelista, MG. Santos et al. (1999) reportaram altura média do guandu D1 Type de 0,6 m, com produção de 2,2 t.ha⁻¹ de matéria seca, em condição dependente de chuvas, no ano de 1995.

A estimativa indireta da massa de forragem foi realizada pela AMV, que variou de 7,6 m² a 14 m², com ganho genético de 0,96 m² (Tabela 2). Essa estimativa de AMV foi adotada devido às limitações para avaliações de grande número de linhagens usando-se métodos clássicos de estimativa direta de massa de forragens. Segundo Cunha (2002), a amostragem direta é feita por meio do corte de toda a planta, sendo o material levado para estufa a 65 °C por 72 horas. Ainda segundo Cunha (2002), o método direto de estimativa de massa verde é destrutivo, enquanto métodos indiretos são não destrutivos, possibilitando, por exemplo, a colheita de sementes em ciclos subsequentes. Essa última particularidade é importante no melhoramento de forrageiras, como o guandu, pois o número de sementes pode ser limitado. Ainda no caso do guandu, a proteção das flores dentro de sacos de TNT limita ainda mais a produção de sementes, sendo contraindicada a destruição da planta para a precisa quantificação da massa de forragem. Entretanto, estudos são necessários para a transformação da área de forragem, em m², para massa de forragem, em kg.

Tabela 2. Identificação, parentais, geração de autofecundação, altura, largura e estimativa da área de massa verde (AMV) da planta e escore no campo de linhagens selecionadas em cruzamentos de guandu forrageiro. Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, 2020.

Identificação	Parentais	Geração	Altura (m)	Largura (m)	AMV (m ²)	Escore no campo
GF05-4P (60/5)	Vald2 x D1 Type	F ₆	4,0	3,5	14,0	D
F6GF01-5P (6/5)	D3 Type x ICP 7035	F ₅	3,9	3,4	13,3	--
BULK03-11-P (2/4)	D2 Type x Vald2	F ₆	3,5	3,4	12,0	D
BULK05-04-P (33/5)	D3 Type x D2 Type	F ₆	3,3	3,6	11,9	D
BULK14-2-NP (82/1)	D3 Type x ICP 7035	F ₆	3,0	3,7	11,0	--
GF05-10NP (106/2)	Vald2 x D1 Type	F ₅	3,6	3,0	10,8	D
BULK04-03-P (13/1)	D1 Type x ICP 7035	F ₆	3,3	3,2	10,6	D
BULK03-14-P (25/1)	Vald2 x D1 Type	F ₆	3,7	2,8	10,4	D
GF07-7P (12/1)	D1 Type x ICP 7035	F ₅	3,2	3,0	9,6	--
GF07-13P (84/1)	D1 Type x ICP 7035	F ₅	4,0	2,3	9,2	D
BULK14-2-NP (82/5)	D3 Type x ICP 7035	F ₆	3,2	2,8	8,9	--
GF05-8P (37/2)	Vald2 x D1 Type	F ₅	3,5	2,5	8,7	--
BULK03-1-NP (6/2)	Vald2 x D1 Type	F ₆	3,8	2,3	8,7	D
BULK14-3-NP (5/1)	D3 Type x ICP 7035	F ₆	3,5	2,4	8,3	D
GF05-6P (98/5)	Vald2 x D1 Type	F ₅	2,5	3,2	8,0	D
GF05-7P (103/5)	Vald2 x D1 Type	F ₅	4,0	2,0	8,0	--
BULK03-6-F4 (33/2)	D2 Type x Vald2	F ₆	3,2	2,5	8,0	--
BULK14-2-NP (82/3)	D3 Type x ICP 7035	F ₆	3,2	2,4	7,6	--
GF05-7P (103/4)	Vald2 x D1 Type	F ₅	4,0	1,9	7,6	--
Média seleção	--	--	3,5	2,8	9,8	
Média geral	--	--	3,1	1,6	5,0	
h ²		--	--	--	0,2	--

As linhagens de guandu granífero selecionadas apresentaram como grande diferencial, em relação ao germoplasma cultivado no Nordeste brasileiro, a precocidade, em torno de 100 dias, o menor porte da planta, a maior produção de grãos e o maior peso de 100 grãos. Essas linhagens ainda apresentaram cor de grãos, branco ou marrom, consistente com padrão preferencial do Nordeste, e comprimento de vagens um pouco inferior ao do germoplasma regional.

As linhagens de guandu forrageiro selecionadas neste estudo apresentaram como diferenciais, em relação ao reportado por Carellos (2013), maior altura da planta e a maior AMV, comparada com inferências possíveis ao reportado por Santos et al. (1999) para o D1 Type (Guandu Taipeiro).

O desenvolvimento e seleção de linhagens de guandu para avaliações em diferentes ambientes, visando à recomendação de novas cultivares é pioneiro no Brasil, que até então limitava ações de pesquisa com introduções e avaliações de germoplasma de outros países ou com seleções dentro de populações locais dessa leguminosa.

Novas linhagens podem ser selecionadas dentro das gerações dos diferentes cruzamentos de guandu granífero (25) e forrageiro (9) em diferentes regiões do Brasil, pois a interação genótipo x ambiente impacta no desempenho da planta, ativando ou silenciando diferentes alelos (Falconer, 1989). Outra oportunidade para o desenvolvimento de linhagens dentro do conjunto de várias gerações dos 34 cruzamentos de guandu é a aplicação de diferentes pressões de seleções para diferentes características ou preferências de mercado, considerando-se a disponibilidade de sementes armazenadas em câmara fria na Embrapa Semiárido.

As linhagens de guandu granífero e forrageiro selecionadas neste estudo constituirão experimentos de ensaios de competição, com maior número de repetições, maior tamanho da unidade experimental, a serem conduzidos em diferentes ambientes do Semiárido brasileiro, por 2 anos, em duas diferentes épocas, para seleção, recomendação, registro e proteção de novas cultivares dessa leguminosa, tanto para produção de grãos, como de forragem.

Conclusões

1) A aplicação de intensidades de seleção de 11% (alta) e de 18% (moderada) possibilita a identificação de linhagens de guandu granífero e forrageiro, respectivamente, com ganho genético superior ao total das linhagens, bem como em relação ao germoplasma tradicional de guandu cultivado no Nordeste.

2) Vinte e uma linhagens de guandu granífero selecionadas apresentam como diferenciais, em relação ao germoplasma cultivado no Nordeste brasileiro, a precocidade, em torno de 100 dias, o menor porte da planta, a

produção de grãos e o maior peso de 100 grãos, sendo promissoras para ensaios multilocais.

3) Dezenove linhagens de guandu forrageiro selecionadas apresentam como diferenciais, em relação ao guandu forrageiro Taipeiro, maior altura da planta e a maior área de massa verde, sendo promissoras para ensaios multilocais.

Agradecimentos

A Carlos Antônio da Silva pelo competente apoio na condução dos experimentos; Hélio Macedo Araújo e Cláudio Roberto de Sá, pelo apoio nos experimentos; aos estudantes Antônio Elton da Silva Costa, Silvia Cristinna Alves Rodrigues, Mariane Moraes de Lacerda Marques e Maria Eduarda Marinho, pelo apoio na condução dos experimentos. Carlos Antonio Fernandes Santos tem bolsa de produtividade do CNPq.

Referências

AE, N.; ARIHARA, J.; OKADA, K.; YOSHIHARA, T.; JOHANSEN, C. Phosphorus uptake by pigeon pea and its role in cropping systems of the Indian subcontinent. **Science**, v. 248, p. 477-480, 1990.

BERTOLUCCI, F. L. G. **Novas alternativas de tamanho e forma da parcela experimental para avaliação de progênies do feijoeiro**. 1990. 105 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) — Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

CARELLOS, D. C. **Avaliação de cultivares de feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) para produção de forragem no período seco, em São João Evangelista-MG**. Universidade Federal de Viçosa, 2013. 114p. (Tese Doutorado).

CUNHA, W. F. **Métodos indiretos para estimativa de massa de forragem em pastagens de *Cynodon* spp.** 2002. 58 f. Dissertação (mestrado) — Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. 3rd ed. London: Longman Scientific & Technical, 1989. p. 322

FAOSTAT. **FaoStat**. Rome, 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 24 mar. 2020.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Comparação entre três métodos de melhoramento em caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 9., 1993, Teresina. **Anais...** Teresina: Universidade Federal do Piauí, 1993. p. 133.

FULLER, D. Q.; HARVEY, E. L. The archeobotany of Indian pulses: identification, processing and evidence for cultivation. **Environmental Archeology**, v. 11, n. 2, p. 219-246, 2006.

GERALDI, I. O. O processo de seleção e avaliação de linhagens. **Visão Agrícola**, v. 5, n. 5, p. 54-55, 2006.

GODOY, R.; SOUZA, F. H. D.; SANTOS, P. M. Pigeonpea selection and breeding. In: JANK, L.; CHIARI, L.; VALLE, C. B. do; SIMEÃO, R. M. (ed.). **Forage breeding and biotechnology**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 107-118.

MARQUES JÚNIOR, O. G.; RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F. Emprego do látex no programa de melhoramento do feijoeiro. **Ciência Agrotécnica**, v. 23, n. 3, p. 753-759, 1999.

SANTOS, C. A. F.; MENEZES, E. A.; ARAÚJO, F. P. de. Divergência genética em acessos de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 11, p. 1723-1726, 1994.

SANTOS, C. A. F.; MENEZES, E. A.; ARAÚJO, F. P. de. Introdução, coleta e caracterização de recursos genéticos de guandu para produção de grãos e forragem. In: QUEIROZ, M. A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (org.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 1999. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104415/1/Carlos-Antonio.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020

SANTOS, C. A. F.; ARAÚJO, F. P. de; MENEZES, E. A. Avaliação de genótipos de guandu de diferentes ciclos e portes no Sertão pernambucano. **Magistra**, v. 12, n. 1/2, p. 31-40, 2000.

SANTOS, C. A. F.; ARAÚJO, F. P. de; MENEZES, E. A. Guandu. In: KIILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. (ed.). **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o Aemi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. cap. 7, p. 227-250.

SANTOS, C. A. F.; SANTOS, I. C. N.; RODRIGUES, M. A. **Melhoramento genético do feijão-caupi na Embrapa Semi-Árido**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007, 24 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 204).

SANTOS, C. A. F.; RIBEIRO, H. L. C. **Competição de linhagens de feijão-caupi de porte ereto e crescimento ceterminado do tipo Canapu no Vale do São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 77). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/17894/1/Boletim-de-Pesquisa.pdf>. Acesso em: 11 set. 2020.

SANTOS, C. A. F. **Estratégia para seleção de linhagens de guandu granífero e forrageiro no semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2020. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 142). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/219156/1/Boletim-de-pesquisa-2020.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2021.

SOUZA, E. A.; GERALDI, I. O.; RAMALHO, M. A. P. Alternativas experimentais na avaliação de famílias em programas de melhoramento genético do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 9, p.1765-1771, 2000.

VARSHNEY, R. K.; SAXENA, R. K.; JACKSON, S. A. The pigeonpea genome: an overview. In: VARSHNEY, R. K.; SAXENA, R. K.; JACKSON, S. (ed.). **The pigeonpea genome**. Heidelberg: Springer, 2017. p. 1-4.



Semiárido

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL